



水产养殖：



早在三千年前

中国的农民已开始淡水鱼塘养鱼。两千年前，又开始在沿海养殖软体水产。几个世纪以来，水产养殖(鱼类、贝类及水生植物)大部分作为一种小规模自给行为而存在，产量较低。但在过去的几十年内，水产养殖突飞猛进，目前已成为全球增长最快的食物生产体系。专家认为，三十年后，水产养殖将成为人类最大的鱼类及甲壳类消费资源。

水产养殖于二十世纪七十年代急速增长，主要有两个原因。首先，由于人口数量开始飞速增长，专家们担心数亿人口将深受食物匮乏之苦。因此，世界银行等国际机构开始鼓励发展中国家的水产养殖，从而解决贫困人口食物营养并促进贫困地区的经济发展。其次，在同一时期，中国开始了经济改革，大力鼓励水产养殖。

可以说，现代化水产养殖是逢盛其时。在二十世纪的最后二十几年，世界人口数量从40亿增至60亿。人口增长主要是在发展中国家。同时，野生鱼类的捕捞无法跟上不断增长的消费需求。根据联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization, FAO)《二十世纪国际渔业及水产养殖报告》(The State of World Fisheries and Aquaculture 2000)，二十世纪七十年代，野生鱼类捕捞量停滞不前，进入九十年代后，没有增长。预计全球野生鱼类捕捞在未来几年内甚至可能会下降。FAO指出，全球主要海产品资源中约有四分之三已达最大产出潜力。

国际市场对鱼类及其它形式的动物蛋白的需求不断增长。位于华盛顿特区的国际粮食政策研究院(该研究院隶属于全球性农业研究网络)的一位高级研究人员克里斯多夫·德尔加多(Christopher Delgado)说，“直到现在，发展中国家人口饮食结构还是以淀粉为主，但这些人的人们已开始寻求其它饮食资源”。

对于仍有大量人口遭受饥饿的国家，动物蛋白质是解决营养不良的一个重要手段。根据1999年国际粮食政策研究院的研究报告(2020年的食育：下一次粮食革命)(Livestock to 2020: The Next Food Revolution)的说法，对于贫困人口来说，摄入少量牛奶和肉类(牛肉、猪肉、羊肉、或禽类)即可提供大量蔬菜及谷类所能提供的同等营养、蛋白质及热量。

同样，鱼类也可提供重要的营养成分。海产品所含的高质量蛋白质可提供人体合成蛋白质所需的各类氨基酸。由于海产品和肉类及家禽相比，具有较少的脂肪组织，易于咀嚼和消化，因此是老人和小孩获得日常所需蛋白质的良好食品。另外，海产品与肉类及家禽相比，所含热量较低。因此，食用海产品可使人们在满足日常蛋白质需求的同时，避免摄入过多的热量。鱼肉所含脂肪要比其它动物肉类少得多。

根据夏威夷一位水产养殖营养学家阿尔伯特·塔康(Albert Tacon)的说法，在许多发展中国家，鱼类是人们能够买到的动物蛋白中最便宜的。鱼类占亚洲动物蛋白消费总量的25%。根据粮农组织的统计资料，在90年代中期，所统计的34个国家消费的动物蛋白中，鱼类占了50%。这34个国家包括一些亚洲和非洲国家。从1984年到1999



新兴食物资源与环境



年,水产养殖产量从700万吨增加到3,300万吨。目前,水产养殖共有220多个品种,提供着全球三分之一的鱼类食物。粮农组织估计,到2030年,鱼类消费的一半以上将来源于水产养殖。

什么是水产养殖?

水产养殖种类繁多,但主要种类有两个。第一类一般包括低价值鱼类的传统养殖。这一类鱼,特别是鲤科鱼,用生态食物链的低层的食物进行池塘养殖,供应本地市场。这一类养殖主要集中在亚洲,占全球水产养殖总量的四分之三。亚洲大量养殖的低价值鱼类一般不进入国际市场,而是供广大贫困区域的大量人口消费。

第二类包括高价值的海产品,如:味道鲜美、深受众爱的虾、大马哈鱼(鲑鱼)。虾的养殖基本上被向半球发展中国家独占,主要有泰国、中国、印度、厄瓜多尔,他们销售到北半球的富裕国家,特别是美国、日本、及欧共体。大马哈鱼大多数由挪威和智利养殖,也销售到上述国家。

食肉类水产品,如大马哈鱼、虾,是国际市场上价格最高的鱼类产品。这一类水产养殖获利丰厚,是许多发展中国家经济发展和外汇的主要来源。但许多专家指出,正是这些出口到国际市场的高价值鱼类的养殖造成了对环境的损害,亟待改进。

总部在马来西亚檳城的活水产资源管理国际中心(International Center for Living Aquatic Resources Management, ICLARM)的总裁梅丽-威廉斯(Meryl Williams)认为,某些水产养殖的发展主要受市场需求,及短期效益所驱使,在发展中国家,则是为了赚取外汇。她是在美国先进科学协会2001年2月18日在旧金山召开的年会的水产养殖小组讨论会上发表上述看法的。她指出,地球上每年增加8,000万至9,000万人口。“所有粮食生产系统,特别是水产养殖,必须为新增人口提供食物”,她说,“各国政府要求在短期内加大力度扩大水产养殖,而我们现在必须要考虑的应该是把重点放在哪一类水产品上。我们需要新的技术,新的工具,新的知识。水产养殖是一个各国都需要的行业。因此,我们有必要引导它走上一条正确的发展轨道”。

解决温饱问题

毫无疑问,中国是在水产养殖方面取得成功的一个最好的例子。中国的水产养殖产量占全球总量的三分

之二(数量上)。中国水产品中有90%是有鳍鱼,特别是中华鲤科品种,包括白鲢、草鱼、鳊鱼、鳙鱼,欧洲鲫、青鱼。

郭喜明(音译)说,鱼在中国菜肴中享有很重要的地位。郭先生原籍中国,现为美国新泽西波拉特诺里斯 Rutgers 大学哈斯金甲壳鱼类(Haskin Shellfish) 研究实验室的贝壳鱼类遗传学专家。作为一项由美国国家海洋与大气管理局发起的中美海洋生物学交流项目的一部分,他曾回故乡研究那里的水产养殖业。“如果有选择的话,大多数中国人都会选择吃鱼”,他说,“鱼是一道贵重的菜,通常是重大节日餐桌上的最后一道菜,大家都想一个星期能吃一次鱼。”

许多世纪以来,中华鲤科鱼类一直采取池塘养殖。“人们会想方设法增加池塘中的养分,朝池塘加入鱼糠、牛粪等,以刺激鱼的自然食物藻类或软体类的成长,供鱼摄食。”爱达荷大学的水产养殖学家及世界水产养殖协会副总裁罗纳德·哈罗(Ronald Hardy)说,该协会是一个位于路易斯安那州巴贝-罗奇市的贸易集团。

据郭先生介绍,传统养殖方法将各类鲤科鱼类进行混合饲养。即按一定比例一起放养,以充分利用池塘资源。草鱼是草食性鱼类,一般喂草。加

入池塘的粪便及草鱼的粪便会刺激藻类生长,经过滤摄食的白鲢和鳊鱼提供食物。肉食性青鱼吃蠕虫及螺蛳。杂食性鲤鱼吃小生物及食物残渣。水产可调整各种鱼的比例以获取最高产。中国的水产养殖从二十世纪五十年代至七十年代一直稳步增长。在这期间,研究人员掌握了向鱼体注射荷尔蒙促使其产卵的方法。该方法类似于向牛或其它家畜注射荷尔蒙使其排卵。国营孵化场具备大批生产鱼苗的能力,但需要更多的鱼农来放养这些鱼苗。

七十年代后期,中国开始了一系列经济改革,逐步鼓励企业化经营,取消计划经济。这些改革措施使得个体户可以在自己的鱼塘养鱼,并就近销售,水产养殖就这样起步了。自八十年代以来,中国的水产养殖以每年16%以上的速度增长。

在同一时期,淡水有鳍鱼类养殖在整个东南亚迅猛发展,对人类健康作出了重大贡献。“低价值池塘水产养殖的增长无疑改善了亚洲贫困人口的营养结构”。德尔加多说,“水产养殖已成为改善营养结构的非常重要的手段。”尤其是在亚洲,塔摩补无说。

哈罗说,亚洲水产养殖是通过现代化饲料促进鱼的生长,而不是通过大量增加池塘数量来实现水产养殖

业的迅猛增长的。以粪便及草为饲料的传统养殖每公顷产量可达300-500公斤。不久前,亚洲养殖业开始使用粒化饲料喂淡水有鳍鱼。此类饲料的主要成份是豆粕产品,包含大豆及少量鱼内。这些现代化饲料根据养殖鱼类进行配方,可提供最适量的脂肪、蛋白质、碳水化合物、纤维素及维生素。在这些现代化饲料的辅助下,亚洲养殖业的产量增长了10倍。现在,水产养殖周期缩短,鱼类个体重量增加,满足了亚洲激增的市场需求。塔摩补评价说,亚洲的水产养殖简直就是永不停止的运鱼专列。

虾的传奇

三十年前,在密苏里州或俄亥俄州很难吃到虾,那时,虾很珍贵。只有到海滨度假时在高档餐馆才能享用。从八十年代开始,美国的海产品经销商开始销售冻虾,超级市场也开设了海产品专柜。双收入家庭在家下厨的时间有限,经常到餐馆用餐,尤其喜欢光顾速冻餐馆。有些餐馆便在电视上宣传他们的虾类菜肴。许多美国人出于对健康的考虑,从吃牛肉改成吃鱼类及贝类。曾经轰动一时的由汤姆·汉克斯(Tom Hanks)主演的电影《阿甘正传》(Forrest Gump),讲述了阿甘捕虾获利的故事。这一电影也促进了虾的销售。根据粮农组织提供的资料,美国对外贸易赤字中,虾类贸易赤字居第二位,仅次于石油。

虾在美国、日本、及欧共体市场销售的巨大成功使之成为一个每年530亿美元的行业,大大改变了国际水产品贸易的格局。以价值衡量,虾是国际市场上最大宗的海产品。根据粮农组织提供的数据,虾的国际贸易额高达国际鱼类产品贸易总额的五分之一。也就是说,国际市场上每销售了5美元的鱼类产品,其中虾就占了1美元。

德尔加多指出,大约15年前,北半球国家还是主要的海产品生产国,南半球国家是消费国。那时,苏联还是一个渔业大国。但该国的渔业步入萧条后,再也未能振作起来。直到八十年代中期,美国渔民还大量捕捞鳕鱼及其它深海鱼类,销售到第三世



插图:
印度淡水养殖中心研究所的工人在研究所鱼塘捕鱼

界。英格兰近海的乔治渔场曾是一个具有历史重要性的渔场。但其主要渔业资源如今也已几近枯竭。现在南半球的非洲成为国际市场上海产品的主要生产国。他们将养殖和捕获的海产品销往富裕国家。

二十世纪七十年代末期，台湾和厄瓜多尔成为第一批养虾地区，其产品打入国际市场，获得巨额利润。八十年代，中国、泰国、印度尼西亚及菲律宾后来居上。如今，亚洲国家以压倒性优势主导养虾业，产量占全球总量的70%—80%。在某些发展中国家，养虾给沿海经济注入了活力，提供了外汇及就业机会。例如，印度尼西亚的养虾业的生产、加工、运输、销售及相关服务提供了15万个就业机会。厄瓜多尔养的养虾场则产生了16万个直接和间接的工作岗位。

但养虾业的快速增长对环境的影响也是显而易见的。面对造就一个非常成功的新兴产业的机会，许多政府没有建立或执行沿海环境保护措施。直到九十年代早期，虾农还常常砍伐沿海红树林营造养虾场。红树林是野生鱼类及鸟类的重要栖息繁殖地，是抵御热带风暴的缓冲带。总部设在华盛顿特区的国际野生生物基金会的水产养殖专家杰逊·克莱（Jason W. Clay）说：“许多养虾场建在不该建的地方”。有些曾允许砍伐红树林建养虾场的国家，其海岸线在后来的热带风暴中受到严重侵蚀。“在发展虾类养殖的国家，虾类养殖是造成红树林被毁的主要原因之一，至少在90年代初期是这样”。目前，对开发红树林养虾已经有了较完善的法规，有些国家已把毁林养虾定为非法。

然而，红树林的毁坏并不是虾类养殖对环境唯一的影响。大量养虾场沿海岸线一个紧挨一个还会损坏水质，助长动物疾病的传播。在许多国家，养虾场紧紧相邻，并且错误地使用同一水源。克莱说：“在同一地点建造的养虾场数量太多”。

当虾农把从野外捕获的大量虾苗放入池内放养时，有的幼虾可能已感染病毒。在海洋或海湾中，这些不影响人类健康的病毒不会引起严重问题。但待在池塘内，虾就有可能生病。病虾死后，被健康的虾吃下，将病

毒传播下去。为了减少池塘内种群的压力，许多养虾场将大量废水排入海湾。10年前，许多养虾场每天会定时给鱼池换20%的水。细小的病虾及带菌软组织会随废水流入海湾，毗邻的养虾场在不知情的情况下，又将这些废水排入自己的养虾场，从而造成病毒在养虾场之间迅速传播。飞鸟也会啄食漂浮在水面的病虾，并通过粪便将病毒带到远处的养虾场，造成虾的疾病沿海岸线蔓延。

专家们认为，由于缺乏有效的隔离措施，一些流行病曾一度在全球水产养殖业中迅速蔓延。基本上每个拥有大规模养虾业的国家在七十年代后期至九十年代初期都爆发过病毒性流行病，造成巨大的损失。

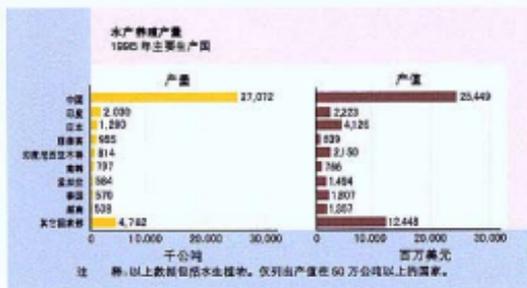
世界水产养殖联盟（一个总部在密苏里州圣路易斯的国际行业协会）的主席乔治·查伯廉（George Chamberlain）说，令人感到吃惊的是，直到九十年代初，虾发生病毒性灾难之前，养虾业对虾类疾病的关注甚

微。他说，事实上，在九十年代早期，几乎没有预防虾类病毒性疾病传播的管理技术和隔离措施。

面临这一困境的并不仅仅是养虾业。“随着水产养殖场数量增多，养殖场又越从现有资源获得更大的产出，鱼类疾病将成为重大问题之一”。威廉斯说，“预计鱼类还将继续困扰水产养殖业”。

但是“这并不仅仅指鱼病的问题”，克莱说，“同时还必须关注对付鱼病的管理技术”。许多养虾场曾试图通过换水——将富含营养的废水排入毗邻海湾——来治理带病菌的鱼苗。世界上许多海湾已被这些富含营养的废水所害，造成藻类疯长。其中，有的藻类还产生毒素。除了水产养殖之外，造成沿海水域氮元素过剩的主要来源还包括农用肥料，汽车及工厂排出的氮氧化物，污水处理厂及城市径流。

最近，科学工作者改进了养殖方法，将水几乎全部保持在池塘内，不



向外排放, 深入的水也极少, 称之为封闭系统。尽管花费不菲, 亚洲的渔农还是采用了这一方法, 在鱼塘中安装充氧水车。这一技术有助于保持池塘内较高的氧气浓度, 从而减少鱼的缺氧。据查伯康说, 水产养殖专家已经逐渐掌握了通过大量减少池塘换水量的方法控制疾病的爆发。有的渔农在废水排放管中安装了细目筛网, 以减少小虾逃入海湾。越来越多的虾农坚持只从经严格检验的孵化场购买无毒病的虾苗。

大多数观赛员同意, 通过正确选址, 并采取适当的管理, 虾类养殖对海洋及沿海生态几乎或完全不会造成损害。大型(资本雄厚的)养殖场已采取一系列措施来控制养殖对环境的影响及疾病的传播。这些措施包括对新养殖场的选址进行综合评价来确定水质及水源, 潮汐形式及盐度, 土壤特性以及气候条件; 避免在同一池塘内放养过量, 以免造成缺氧; 对发现有感染的池塘进行不排放隔离消毒, 以卫生的方式处置死虾; 并使用经过检疫的特殊种虾。大型水产养殖场同时也隶属于水产养殖协会。通过协会, 他们可得到技术支持, 使其运作符合环境保护性经营法规。

资金不足的小型水产养殖场通常无法跟上现代化管理的步伐。虾类养殖是一项风险极大的投资, 克萊说: “当养殖场缺乏资金时, 他们就会偷工减料。”他还说, 尽管大量的小型水产养殖场对环境造成很大的损害, 但他们往往缺乏改善运作所必需的最起码的信息。

为了对国际舆论作出反应, 国际水产养殖联盟鼓励虾农通过对对照养殖最佳经验方法来自愿改进养殖方法。一些主要虾类养殖国家的水产养殖协会, 包括泰国和厄瓜多尔, 正在通过一些亲环境性的经营法规。克萊说, 要控制虾类养殖场对环境的影响, 一个最重要的因素就是进行正确选址。例如, 建造养殖场不得破坏红树林及其它敏感的沿海栖息地, 且他们必须保证在自己的废水排放口附近没有邻近鱼场的进口水。

鱼饲料的争论

人工养殖鱼类的饲料对环境的影响是争议的焦点。为了加快鱼的生长, 并改善饲料的口味, 促进鱼类的摄食, 养殖场使用经加工过的鱼粉及鱼油作为饲料。这些饲料用小型深海(公海)鱼类制成, 这些鱼类包括秘鲁鳀鱼、冰马鲱鱼、墨西哥湾湾沙鱼、挪威鲱鱼以及北海砂鲱。

一篇由一组学术和公益科学家及经济学家(包括克萊)撰写的, 发表在《自然》杂志2000年6月29日出版的文章指出, 对人工饲养的虾, 大马哈鱼及其它肉食性鱼类需求的增长会影响这些野生鱼类的存量。该文章的作者们认为, 水产养殖产量的迅速增长对于海洋渔业的可持续性实际上是一件好坏参半的事。他们认为总体上来说, 水产养殖还是增加了全球鱼类的供应。但以鱼粉及鱼油为食的肉食性鱼类的人工饲养间接威胁到从生物学角度来说非常重要的野生鱼类的数量。

绝大多数人工饲养的鱼类——鲑科鱼、鳕鱼等——其食物结构主要是植物及极少比例的鱼粉。有的杂食性鱼类的饲料中平均3—10%的鱼粉。过滥摄食鱼类, 如鲈、扇贝, 以及某些鲑科鱼种是完全食草的。相反, 人工饲养的大马哈鱼的饲料中含

35—45%的鱼粉及15—25%的鱼油。

但有的水产养殖专家认为鱼饲料的争论被过分夸大了。哈累指出, 由于《自然》引用了过期的饲料核算比例, 导致作者就饲料作鱼粉所需野生鱼类的数量做出了错误的结论。另外, 制成鱼粉的鱼往往个个小, 多油, 是人们不愿食用的。无论是出于外观还是出于口味原因, 这些鱼都是人们不愿意食用的。“没有人愿意吃小鱼”, 他说, “你是用一些人们不愿意吃的东西, 通过水产养殖, 对这些资源加以利用, 创造出一些人们确实想吃的东西”。

全世界用来制作鱼粉及鱼油的鱼主要由四个国家生产: 秘鲁、智利、冰岛和丹麦。这些鱼类的存量每年的变化可能会很大。哈累认为, 在过去的二十年中, 气候异常年份(El Niño)的频繁变化变化就很大。它改变了秘鲁和智利北部海域鱼群的数量, 但深海鱼类以及鱼粉和鱼油的国际总供给基本保持稳定。事实上, 禽类饲养使用的鱼粉最多。尽管在过去的几年中, 由于价格相对于其它禽类饲料较高而使用量有所减少。但在同时, 水产养殖使用的鱼粉增加。哈累指出, 如果水产养殖不购买鱼粉, 那么, 禽类饲养也会增加购买量。塔康指出, 即使如此, 也应该认识到鱼粉是耗有限的野生资源制成的。每年约有



泰国村民在培养在河中浮架中的对虾喂

650万吨鱼粉进入市场。她预测将来每年的产量也将保持在这一水平。因此,他认为,研究人员必须继续寻找鱼粉的替代品。

但就水产养殖业而言,从经济角度来看,鱼粉比较难以取代。“鱼粉价格极具竞争力”,塔康说,“投入每个价格的鱼粉,都能得到相应出产量。”但如果想要保持这一行业(食肉性鱼类)的增长,就必须找到具有同等效果的替代品。这些替代品包括蔬菜和谷类等非鱼类资源。

环境保护主义者认为国际公益机构及政府应鼓励养殖食草鱼类及贝

类。威廉斯对所谓的奢侈鱼类的说法表示反对。她认为,并非所有的奢侈鱼类及海产品都是食肉性的。有些品种在供应奢侈品市场的同时,还可使贫困人口脱离贫穷。例如,她说,珍珠蚌是过度摄食鱼类,处于食物链低层,但养殖所产的珍珠却是奢侈品。她说,越来越多的沿海居民,特别是在太平洋群岛,开始从事珍珠生产。先在自有的传统水域建造养殖场工作,再到大型珍珠养殖场工作,途径各异。在不破坏环境的同时,珍珠生产给地方及国家经济作出了很大贡献。另一个例子,就是巨型蚌的人工养殖,尽管不完美,但不破坏环境,同时也满足了包括观赏水族在内的奢侈品市场。

根据威廉斯的说法,海水产资源管理国际中心应选择此类水产品养殖进行研究并开发出适合于海岛居民就业新途径。“既然我们知道他们不管养殖什么产品都不会有机会发展成大规模的生产,”她说“那么,以最小的环境代价生产出最大的价值,无疑是最好的选择。”

大多数观察家认为水产养殖业迫切需要重点落实到解决发展中国家的高温问题上。但很少有人赞同发展中国家养殖奢侈海产品将富裕国家这一现象。环境保护主义者认为人工养殖高价值虾类及大马哈鱼对环境的危害要高于其经济效益。

然而,对该行业持保护态度的人指出,许多鱼农致力于恢复他们在环境保护方面的声誉。有的水产养殖专家对这种横加指责的做法颇有微言,况且任何一种形式的经济生产活动都会对生态造成一定程度的影响。事实上,人工养殖高价值的海产品具有巨大的经济利益,是许多发展中国家的一个重要的就业及外汇来源。全球人口增长也造成了对动物蛋白需求的增长。如果管理得当,水产养殖将是一条既适合于富人,又适合于穷人的最佳蛋白质供应途径。

—John Tibbells

选自 *Environmental Health Perspectives* 109: A318—325 (2001)



类。这些鱼类的生长不依赖鱼油及鱼粉。另外,他们补充说,水产养殖学家必须作出切实的努力,来减少人工喂养殖鱼类的饲料中鱼粉及鱼油的含量。研究人员正努力从蔬菜和谷物中寻求高质量鱼蛋白替代品,特别是大豆粉,玉米粒,小麦粒,及其它谷物及油料作物副产品。

环境保护主义者认为,现在面临的问题是: 国际的市场需求及许多国家的政府政策仍在鼓励高价值食肉性鱼类的养殖业快速扩张。大马哈鱼及虾的养殖“不是在为世界的贫困人口生产食物”,克萊说“一个最大的问题是,我们是不是需要这些大马哈鱼及虾类养殖行业? 由于他们生产的是奢侈品,是我们等他们自己慢慢去认识养殖食肉性鱼类对环境的危害,还是让他们自己彻底停止这种唯利是图的生产呢?”

For information about advertising please contact the following

OCR Services, Inc.
1920P Chennault Way
Gaithersburg, MD 20878 USA
Main: (301) 208-0700
Fax: (301) 208-0704
E-mail: paul.gelina@ocr-inc.com

美国 (*Environmental Health Perspectives*) 《环境与健康展望》杂志(英文版) 每月一期, 向全世界发行, 欢迎您投稿、刊登环保产品的广告和公益广告。

本刊每期共有 128 页, 内含环境新闻、论文选载、科学展望、健康评述、新书介绍, 内容丰富, 知识权威, 是闻名于世的传递环境健康科学信息的主要媒体。

我们衷心欢迎您具有世界领先的环保健康科技产品的企业在我们杂志(英文版)或中文版中刊登广告, 介绍和推广您的最新产品; 我们衷心欢迎您中国的学者、科学家、专业工作者向我们的杂志(英文版)投稿, 发表您最新的论文和研究的成果; 我们衷心欢迎您, 关心全球环境健康的朋友免费订阅我们的《环境与健康展望》中文版。

《环境与健康展望》(中文版)

美国地址: Ms. Hu/Hu/EP/Mail Drop
EC-16/NIH/SP/P.O. Box
12233/Research Triangle
Park, NC 27709 USA
电话: 919-541-4886
传真: 919-541-0273
电子信箱: hu@niehs.nih.gov

《环境与健康展望》(中文版)

中国咨询: 中国 210024 邮局 50 号信箱
电话: 025-3726763
传真: 025-3731510
电子信箱: edcooh@yahoo.com